

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-323676
(P2002-323676A)

(43) 公開日 平成14年11月8日 (2002.11.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース (参考)
G 0 2 B 27/28		G 0 2 B 27/28	A 2 H 0 4 9
5/30		5/30	2 H 0 9 9

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-45319(P2002-45319)
(62) 分割の表示 特願平4-170693の分割
(22) 出願日 平成4年6月29日 (1992.6.29)

(71) 出願人 000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号
(72) 発明者 福島 暢洋
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内
(74) 代理人 100075384
弁理士 松本 昂
Fターム (参考) 2H049 BA05 BA08 BA42 BA43 BB03
BB61 BC25
2H099 AA01 BA02 CA06 CA07 CA08
DA01

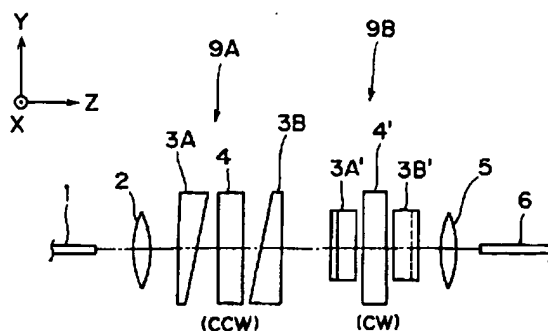
(54) 【発明の名称】 光アイソレータ

(57) 【要約】

【課題】 本発明は光アイソレータに関し、偏波分散が生じない光アイソレータの提供を目的とする。

【解決手段】 光ファイバ1と、光ファイバ1から出射した光を平行光ビームにするレンズ2と、ウェッジ状の複屈折結晶からなる偏光子3A, 3A'と、旋光角が45°に設定されたファラデー回転子4, 4'と、ウェッジ状の複屈折結晶からなる偏光子3B, 3B'と、レンズ5と、光ファイバ6とを特定の形態で配置して構成する。

第3実施例図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれが、ウェッジ状の複屈折結晶からなる第1及び第2の偏光子並びにこれらの間に位置する旋光角が45°に設定され該第1の偏光子の光学軸を通った偏光の光が第2の偏光子の光学軸を通るように構成されたファラデー回転子を有する偶数組の偏光ユニットを同軸上に配置し、

順方向の光伝搬方向上流側に位置する奇数番目の偏光ユニットにおける上記第2の偏光子の光学軸は次の偶数番目の偏光ユニットにおける上記第1の偏光子の光学軸に対して90°回転されて成り、
該奇数番目の偏光ユニットにおける上記第2の偏光子のウェッジの方向と該偶数番目の偏光ユニットにおける上記第1の偏光子のウェッジの方向が90°回転していることを特徴とする光アイソレータ。

【請求項2】 上記偏光ユニットの各々における上記第1及び第2の偏光子の光学軸は該結晶に光は透過する主面以外の側面の特定の面を基準に22.5°傾斜し同じ製造プロセスで製造された複屈折結晶からなることを特徴とする請求項1に記載の光アイソレータ。

【請求項3】 上記偏光ユニットは2組設けられていることを特徴とする請求項1及び2の何れかに記載の光アイソレータ。

【請求項4】 順方向の光の伝搬方向上流側にある第1の光ファイバと、
該第1の光ファイバから出射した光を平行光ビームにする第1のレンズと、

それぞれが、ウェッジ状の複屈折結晶からなる第1及び第2の偏光子並びにこれらの間に位置する旋光角が45°に設定されたファラデー回転子を有する偶数組の偏光ユニットと、

第2のレンズと、

第2の光ファイバとがこの順序で配置され、

上記偏光ユニットの各々における上記第2の偏光子の光学軸は上記第1の偏光子の光学軸に対して上記ファラデー回転子における旋光の方向と同じ方向に45°回転されており、

上記第1のレンズの側から奇数番目の偏光ユニットにおける上記第2の偏光子の光学軸は次の偶数番目の偏光ユニットにおける上記第1の偏光子の光学軸に対して90°回転されており、

上記第1の光ファイバからの順方向の光が上記第1のレンズ及び上記偶数組の偏光ユニットをこの順序で通過して上記第2のレンズにより焦点を結んだとき該焦点は上記第2の光ファイバのコア端面内に位置し、該第2の光ファイバからの逆方向の光が上記第2のレンズ及び上記偶数組の偏光ユニットをこの順序で通過して上記第1のレンズにより焦点を結んだとき該焦点は上記第1の光ファイバのコア端面外に位置することを特徴とする光アイソレータ。

【請求項5】 上記複屈折結晶の光学軸は該結晶の側面に対して22.5°傾斜しており、

上記偏光ユニットの各々における上記第1及び第2の偏光子は同じ製造プロセスで製造された複屈折結晶からなることを特徴とする請求項4に記載の光アイソレータ。

【請求項6】 上記偏光ユニットは2組設けられていることを特徴とする請求項4及び5の何れかに記載の光アイソレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は偏波分散が生じにくい光アイソレータに関する。

【0002】光通信又は光伝送の分野においては、レーザー光源に反射帰還光が戻ることを防止するために、或いは、希土類元素がドープされた光ファイバ等からなる光増幅器に光共振器構造が構成されることを防止するために、光アイソレータがよく用いられる。光アイソレータの順方向透過率は高く（理想的には100%）、逆方向透過率は低い（理想的には0%）。

【0003】順方向の透過率（又は損失）が入射光の偏光状態に依存しない光アイソレータとして、ウェッジ状（テーパー状或いはくさび形ともいう）の複屈折結晶を用いたものが知られている。この種の光アイソレータにおいては、入射光の偏光状態に応じて光アイソレータを順方向に通過するときの光路長が異なるので、原理的には偏波分散が生じることになる。この偏波分散は1つの光アイソレータでは極めて小さいが、光増幅中継器を多段に接続する場合には、累積された偏波分散が信号伝送に影響を与えることが予想され、その対策が望まれている。

【0004】

【従来の技術】順方向透過率が入射光の偏光状態に依存しない光アイソレータとして、特公昭61-58809号公報に記載されたものが公知である。この光アイソレータの構成及び動作を図7により説明する。

【0005】この光アイソレータは、図7（A）に示されるように、順方向の光の伝搬方向上流側にある光ファイバ1と、光ファイバ1から出射した光を平行光ビームにするレンズ2と、ウェッジ状の複屈折結晶からなる偏光子3Aと、旋光角が45°に設定されたファラデー回転子4と、ウェッジ状の複屈折結晶からなる偏光子3Bと、レンズ5と、光ファイバ6とを備えており、これらの構成要素はこの順序で配置されている。

【0006】偏光子3A及び3Bは、偏光子3Aの頂部及び底部がそれぞれ偏光子3Bの底部及び頂部に対向し且つ対応する面が互いに平行になるように設けられている。偏光子3Bの光学軸は偏光子3Aの光学軸に対してファラデー回転子4における旋光の方向と同じ方向に45°回転されている。そして、光ファイバ1からの順方向の光がレンズ2、偏光子3A、ファラデー回転子4及

び偏光子3Bをこの順序で通過してレンズ5により焦点を結んだときこの焦点が光ファイバ6のコア端面内に位置するようにされ、且つ、光ファイバ6からの逆方向の光がレンズ5、偏光子3B、ファラデー回転子4及び偏光子3Aをこの順序で通過してレンズ2により焦点を結んだときこの焦点が光ファイバ1のコア端面外に位置するようにされている。

【0007】光ファイバ1から出射してレンズ2で平行光ビームとされた光が偏光子3Aに順方向に入射すると、偏光成分によって偏光子3Aにおける屈折率が異なるので、入射光は常光線及び異常光線に分かれて別方向に屈折してファラデー回転子4に入射する。偏光子3Bの光学軸は偏光子3Aの光学軸に対してファラデー回転子4における旋光の方向と同じ方向に45°回転されているので、偏光子3Aにおける常光線及び異常光線は、ファラデー回転子4で45°旋光されて、偏光子3Bにおいてもそれぞれ常光線及び異常光線となる。従って、偏光子3Bを透過した常光線及び異常光線は互いに平行となって出射される。この常光線及び異常光線の平行光線は、レンズ5により集束されて光ファイバ6に入射する。

【0008】一方、図示しない光コネクタ端面等で反射してきた反射帰還光は、図7(B)に示すように、偏光子3Bに入射した後、常光線及び異常光線に分かれて別方向に屈折され、ファラデー回転子4に入射して偏光面を45°回転させられて出射する。偏光面が45°回転した偏光子3Bにおける常光線は、偏光子3Aにおいて異常光線としての屈折を受ける。また、偏光面が45°回転した偏光子3Bにおける異常光線は、偏光子3Aにおいて常光線としての屈折を受ける。従って、偏光子3Aから逆方向に出射する光の伝搬方向は、順方向の光の伝搬方向とは異なる。そのため、逆方向の光をレンズ2で光ファイバ1に絞り込むときに、この光は光ファイバ1には結合されない。

【0009】このように、図7の構成によると、順方向透過率が入射光の偏光状態に依存せずしかも逆方向の光については十分な消光作用を呈する光アイソレータの機能が達成される。

【0010】また、特公昭61-58811号公報には、上記の構成の光アイソレータを基本ユニットとし、2つのユニットを直列に配置し、アイソレーションを高くする技術が記載されている。この2つのユニットからなる光アイソレータの構成及び動作を図8及び図9により説明する。

【0011】この光アイソレータは、図8に示されるように、第1の複屈折テーパー板3aと第2の複屈折テーパー板3bの間に第1の45度ファラデー回転子4aを配設して1段目の光アイソレータユニットを構成し、第3の複屈折テーパー板3cと第4の複屈折テーパー板3dの間に第2の45度ファラデー回転子4bを配設して2段目の

光アイソレータユニットを構成している。この第1及び第2の複屈折テーパー板の傾斜方向と第3及び第4の複屈折テーパー板の傾斜方向を互いに90度ずらしたものである。これに入力側の光ファイバ1a及びレンズ2aを光学的に結合するとともに、出力側の光ファイバ1b及びレンズ2bを結合している。

【0012】この構成の光アイソレータに光ファイバ1aからレンズ2aを介して入射した順方向の光線は図9(A)に示されるように、1段目の光アイソレータユニットを通過する間に二光線に分離され、更に2段目の光アイソレータユニットを通過する間にそれぞれが二光線に分離される。その分離された四光線は平行光となってレンズ2bによって集光され光ファイバ1bに入射する。また光ファイバ1bからレンズ2bを介して複屈折テーパー板3bに入射した逆方向の光線は、図9(B)に示した如く、2段目の光アイソレータユニットを逆に通過する間に二光線に分離され、更に1段目の光アイソレータユニットを逆に通過する間にそれぞれ二光線に分離される。この構成によれば光アイソレータを二回通過しているため、ファラデー回転子の不完全等によるアイソレーションの劣化は小さくなる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】図7に示された光アイソレータのように、光路中に複屈折結晶がある場合、複屈折結晶内における常光線の位相速度と異常光線の位相速度の差により偏波分散が生じる。この偏波分散は、複屈折結晶がルチルである場合には、常光線と異常光線の遅延時間差にして0.3ピコ秒程度に過ぎず、光アイソレータの通常の使用法では全く問題にはならない。

【0014】ところで、近年、Er(エルビウム)等の希土類元素をドープした光ファイバを用いた光増幅器が実用されつつある。この光増幅器は、1台で1つ以上(通常は2つ)の光アイソレータを備えている。従って、このような光増幅器を光中継器として用いて多段中継を行う場合には、光アイソレータにおける偏波分散の累積を考慮することが要求される。

【0015】例えば、光中継器を100台直列に接続する場合を想定すると、送信側から受信側に至る伝送路中に挿入される光アイソレータの数は200となり、1つの光アイソレータにおける偏波分散が0.3ピコ秒であるとすれば、このシステムでは最悪の場合60ピコ秒の偏波分散が生じることになる。60ピコ秒の偏波分散は10Gb/sの変調に対して障害となり得るものである。

【0016】また、図8に示す2つの光アイソレータユニットを直列に配置する光アイソレータにより、アイソレーションの改善はできるが、偏波分散によりパルス幅に広がりがあること、又、図9に示されるように出射ビームが4本に分離され、全体のビーム径が大きくなるといった問題がある。

【0017】本発明の目的は、偏波分散が生じない或いは小型の光アイソレータを提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】上述した技術的課題は本発明の光アイソレータの第1 或いは第2の構成のいずれかにより解決される。

【0019】本発明の光アイソレータの第1の構成においては、ウエッジ状の複屈折結晶からなる第1の偏光子(3A)と、施光角が45°に設定されたファラデー回転子(4)と、ウエッジ状の複屈折結晶からなる第2の偏光子(3C)をこの順序で配置するとともに、上記第1及び第2の偏光子(3A, 3C)は、上記ファラデー回転子(4)を基準にして互いに面対称となるように配置し、上記第2の偏光子(3C)の光学軸は上記第1の偏光子(3A)の光学軸に対して上記ファラデー回転子(4)における施光の方向と逆の方向に45°回転して構成される。

【0020】偏光子3A及び3Cはウエッジ状の複屈折結晶からなり、偏光子3Aの頂部は偏光子3Cの頂部に対向し、偏光子3Aの底部は偏光子3Cの底部に対向している。また、偏光子3A及び3Cはファラデー回転子4を介して設けられている。

【0021】本発明の光アイソレータの第2の構成においては、それぞれが、ウエッジ状の複屈折結晶からなる第1及び第2の偏光子並びにこれらの間に位置する施光角が45°に設定されたファラデー回転子(4)を有する偶数組の偏光ユニット(9A, 9B)を同軸上に配置し、順方向の光伝搬方向上流側に位置する奇数番目の偏光ユニット(9A)における上記第2の偏光子(3B)の光学軸は次の偶数番目の偏光ユニット(9B)における上記第1の偏光子(3A)の光学軸に対して90°回転されて構成される。

【0022】本発明の他の側面によると、それぞれが、ウエッジ状の複屈折結晶からなる第1及び第2の偏光子並びにこれらの間に位置する旋光角が45°に設定され該第1の偏光子の光学軸を通った偏光の光が第2の偏光子の光学軸を通るように構成されたファラデー回転子を有する偶数組の偏光ユニットを同軸上に配置し、順方向の光伝搬方向上流側に位置する奇数番目の偏光ユニットにおける上記第2の偏光子の光学軸は次の偶数番目の偏光ユニットにおける上記第1の偏光子の光学軸に対して90°回転されて成り、該奇数番目の偏光ユニットにおける上記第2の偏光子のウェッジの方向と該偶数番目の偏光ユニットにおける上記第1の偏光子のウェッジの方向が90°回転していることを特徴とする光アイソレータ。

【0023】本発明の更に他の側面によると、順方向の光の伝搬方向上流側にある第1の光ファイバと、該第1の光ファイバから出射した光を平行光ビームにする第1のレンズと、それぞれが、ウエッジ状の複屈折結晶から

なる第1及び第2の偏光子並びにこれらの間に位置する旋光角が45°に設定されたファラデー回転子を有する偶数組の偏光ユニットと、第2のレンズと、第2の光ファイバとがこの順序で配置され、上記偏光ユニットの各々における上記第2の偏光子の光学軸は上記第1の偏光子の光学軸に対して上記ファラデー回転子における旋光の方向と同じ方向に45°回転されており、上記第1のレンズの側から奇数番目の偏光ユニットにおける上記第2の偏光子の光学軸は次の偶数番目の偏光ユニットにおける上記第1の偏光子の光学軸に対して90°回転されており、上記第1の光ファイバからの順方向の光が上記第1のレンズ及び上記偶数組の偏光ユニットをこの順序で通過して上記第2のレンズにより焦点を結んだとき該焦点は上記第2の光ファイバのコア端面内に位置し、該第2の光ファイバからの逆方向の光が上記第2のレンズ及び上記偶数組の偏光ユニットをこの順序で通過して上記第1のレンズにより焦点を結んだとき該焦点は上記第1の光ファイバのコア端面外に位置することを特徴とする光アイソレータ。

【0024】本発明の光アイソレータの第1 或いは第2の構成のいずれかによると、構成部材が特定の形態で配置されるので、複屈折結晶における常光線と異常光線の伝搬遅延時間差を相殺させて、偏波分散を効果的に抑制することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施例を詳細に説明する。

【0026】図1(A)は本発明の光アイソレータの第1実施例を示す図であり、この実施例は前述の第1の構成の実施例に相当している。

【0027】光ファイバ1と、レンズ2と、偏光子3Aと、ファラデー回転子4と、偏光子3Cと、レンズ5と、光ファイバ6とが順方向の光の伝搬方向上流側からこの順序で配置されている。以下の説明では、図の裏面側から表面側に向かう方向をX軸方向とし、図の下から上に向かう方向をY軸方向とし、図の左から右に向かう方向をZ軸方向とする直交三次元座標系X-Y-Zを用いる。

【0028】偏光子3A及び3Cはウエッジ状の複屈折結晶からなり、偏光子3Aの頂部は偏光子3Cの頂部に対向し、偏光子3Aの底部は偏光子3Cの底部に対向している。また、偏光子3A及び3Cはファラデー回転子4を介して設けられている。

【0029】ファラデー回転子4は、YIG(イットリウム・鉄・ガーネット)等の磁気光学結晶に所定方向に磁界を印加して構成されており、その旋光角は45°に設定されている。この実施例では、Z軸方向に向かってファラデー回転子4に入射した光は、その偏波面を時計回りに45°回転させられてファラデー回転子4から出射する。

【0030】図2は、図1の偏光子3A及び3C並びに後述する偏光子3Bとして使用することができるウェッジ状の複屈折結晶の斜視図である。この複屈折結晶3はルチルから形成され、頂部に相当する上面31と底部に相当する下面32は互いに平行である。また、側面33及び34も互いに平行である。光が透過する2つの主面35及び36がなす角 θ は例えば 1° 乃至 4° 程度に設定される。主面35は上面31及び下面32並びに側面33及び34と垂直であり、上面31と側面33は垂直である。

【0031】そして、この複屈折結晶3の光学軸(C軸)は側面33又は34に対して 22.5° 傾斜している。このような特定の光学軸の方向が設定された複屈折結晶を用いると、同じ製造プロセスで製造された2つの複屈折結晶をそれぞれ図1の偏光子3A及び3Cとして用いることができる。即ち、このような複屈折結晶を前述のような特定の形態に配置した場合、図1の偏光子3Aの光学軸と偏光子3Cの光学軸のなす角度が 45° になるのである。

【0032】図3は、図1における偏光子3A及び3Cにおける光学軸の説明図である。いま、偏光子3Aの光学軸C1と偏光子3Aの側面34がなす角を α とすると、偏光子3Cの光学軸C2が偏光子3Cの側面34となす角も α となり、この角度は前述したように 22.5° に設定されている。このとき、光学軸C2は光学軸C1をZ軸方向に向いて反時計回りに 45° 回転させた位置にある。

【0033】まず、図1(A)を用いて、順方向の光の挙動について説明する。光ファイバ1から出射してレンズ2により平行光ビームとされた順方向の光が偏光子3Aに入射すると、偏光成分によって偏光子3Aでの屈折率が異なるので、順方向の光は、常光線及び異常光線に分かれて別方向に屈折されてファラデー回転子4に入射する。

【0034】複屈折結晶がルチルであり順方向の光の波長が $1.53\mu\text{m}$ である場合には、常光線に対するルチルの屈折率は 2.451 であり、異常光線に対するルチルの屈折率は 2.709 である。また、複屈折結晶がカルサイトであり、順方向の光の波長が $1.497\mu\text{m}$ である場合には、常光線に対する複屈折結晶の屈折率は 1.635 であり、異常光線に対する複屈折結晶の屈折率は 1.477 である。

【0035】偏光子3Aにおける常光線がファラデー回転子4によりZ軸方向に向いて時計回りに偏波面を 45° 回転されると、この光は偏光子3Cにおいて異常光線となる。一方、偏光子3Aにおける異常光線は、同じくファラデー回転子4で偏波面を時計回りに 45° 回転されると、この光は偏光子3Cにおいて常光線となる。

【0036】前者の光路は、図1(A)に実線で示すように、偏光子3Aで比較的小さく屈折されて偏光子3C

で比較的大きく屈折され、後者の光路は、破線で示すように、偏光子3Aで比較的大きく屈折され偏光子3Cで比較的小さく屈折される。従って、偏光子3Cから出射する偏光子3Cにおける常光線及び異常光線は、偏光子3Aへの入射光に対して同一の偏向角で伝搬方向を変えられ、互いに平行な状態でレンズ5に入射する。従って、これらの光がレンズ5により焦点を結んだときに、この焦点が光ファイバ6の端面内に位置するようにしておくことによって、順方向の光を偏波状態にかかわらずしかも高効率で光ファイバ6に結合することができる。

【0037】この場合、偏光子3Aにおける常光線は偏光子3Cにおける異常光線となり、偏光子3Aにおける異常光線は偏光子3Cにおける常光線となるので、これらの間の伝搬遅延時間差は相殺され、偏波分散は殆ど生じない。

【0038】一方、図示しない光コネクタの端面等で反射してきた反射帰還光は、図1(B)に示すように、偏光子3Cに入射した後、常光線及び異常光線に分かれて別方向に屈折してファラデー回転子4に入射する。ファラデー回転子4では、今度は、Z軸方向と反対の方向即ち反射帰還光の伝搬方向に向いて反時計回りに 45° の旋光を受ける。従って、偏光子3Cで比較的小さな屈折を受けた常光線は、実線で示すように、偏光子3Aにおいても常光線として比較的小さな屈折を受け、また、偏光子3Cで比較的大きな屈折を受けた異常光線は、破線で示すように、偏光子3Aでも異常光線として比較的大きな屈折を受け、これら偏光子3Aから出射した2つの光は互いに平行でないから、レンズ2によって光ファイバ1に結合しない。

【0039】このように、本実施例によると、順方向の光に対しては偏波状態によらず常に高い透過率でしかも偏波分散のない光アイソレータの提供が可能になる。

【0040】図1の第1実施例を実施する場合、偏光子3A及び3Cはファラデー回転子4を介して偏光子3Aの頂部は偏光子3Cの頂部に対向し、偏光子3Aの底部は偏光子3Cの底部に対向するよう配置した結果、光ファイバ1の端面近傍の部分の幾何学的中心線と光ファイバ6の端面近傍の部分の幾何学的中心線とが平行にはならず、光アイソレータの組立作業が煩雑になることがある。このような場合には、次のようにガラス等からなるくさび板を付加的に設けるとよい。

【0041】図4は、光アイソレータの製造作業性に適した本発明の第2実施例を示す図であり、この実施例は前述の第1の構成の他の実施例に相当している。

【0042】この実施例では、偏光子3Cとレンズ5の間にウェッジ状のガラス等の等方性結晶からなるくさび板7を配置し、これにより偏光子3Cから出射した常光線及び異常光線をくさび板7で同じ屈折率で屈折させて、くさび板7から光ファイバ6に至る光路と光ファイバ1から偏光子3Aに至る光路とが平行になるようにし

ている。

【0043】この構成によると、光ファイバ1の端面近傍の部分の幾何学的中心線と光ファイバ6の端面近傍の部分の幾何学的中心線を互いに平行にすることができるので、図1の第1実施例の効果に加えて、光アイソレータの製造作業性を改善することができるという効果が生じる。

【0044】図5は本発明の第3実施例を示す図であり、この実施例は本発明の光アイソレータの第2の構成の実施例に相当している。この光アイソレータは、光ファイバ1と、レンズ2と、偏光ユニット9A及び9Bと、レンズ5と、光ファイバ6とを備えており、これらの構成部材はこの順序で配置されている。

【0045】偏光ユニット9Aは、ウェッジ状の複屈折結晶からなる偏光子3A及び3Bとこれらの間に位置する旋光角が45°に設定されたファラデー回転子4とを有している。同じく偏光ユニット9Bも、ウェッジ状の複屈折結晶からなる偏光子3A'及び3B'とこれらの間に位置する旋光角が45°に設定されたファラデー回転子4'とを有している。

【0046】偏光ユニット9Aにおける偏光子3Aは、偏光子3Aの頂部及び底部がそれぞれ偏光子3Bの底部及び頂部に対向し且つ対応する面が互いに平行になるように設けられている。また、偏光ユニット9Bにおける偏光子3A'は、偏光子3A'の頂部及び底部がそれぞれ偏光子3B'の底部及び頂部に対向し且つ対応する面が互いに平行になるように設けられている。偏光ユニット9Aの偏光子3A及び偏光子3Bのウェッジの方向は、偏光ユニット9Bの偏光子3A'及び偏光子3B'のウェッジの方向を90°回転した配置構成となっている。

【0047】偏光ユニット9Aのファラデー回転子4の旋光角は、順方向（Z軸方向）に向かって反時計回り方向に45°であり、偏光ユニット9Bのファラデー回転子4'の旋光角は同方向に向かって時計回りに45°である。

【0048】各偏光子の光学軸の相対的な関係を図6に示す。各偏光子の光学軸がその偏光子の側面に対する角度 α はそれぞれ22.5°に設定されている。偏光子3Bの光学軸C₃は、偏光子3Aの光学軸C₁に対して反時計回り方向（ファラデー回転子4における旋光方向と同じ方向）に45°回転されており、一方、偏光子3B'の光学軸C₃'は、偏光子3A'の光学軸C₁'に対して時計回り方向（ファラデー回転子4'における旋光方向と同じ方向）に45°回転されている。また、偏光子3A'の光学軸C₁'は偏光子3Bの光学軸C₃に対して90°回転されている。

【0049】光ファイバ1から出射してレンズ2により平行光ビームとされた光のうち偏光ユニット9Aの偏光子3Aにおける常光線に対応する偏光成分（以下「第1

偏光成分」という。）は、ファラデー回転子4によりその偏波面を反時計回り方向に45°回転され、偏光子3Bをその常光線として透過する。この第1偏光成分は、偏光ユニット9Bの偏光子3A'に対しては異常光線となり、この第1偏光成分はファラデー回転子4'で時計回り方向に45°回転され、さらに偏光子3B'をその異常光線として透過する。この第1偏光成分は、レンズ5により集束されて光ファイバ6に入射する。

【0050】一方、光ファイバ1から出射してレンズ2により平行光ビームとされた光のうち、偏光ユニット9Aの偏光子3Aにおける異常光線に対応する偏光成分（以下「第2偏光成分」という。）は、ファラデー回転子4でその偏波面を反時計回り方向に45°回転され、偏光子3Bをその異常光線として透過する。この第2偏光成分は、偏光ユニット9Bの偏光子3A'に対しては常光線となり、偏光子3A'を透過した第2偏光成分は、ファラデー回転子4'でその偏波面を時計回り方向に45°回転され、偏光子3B'をその常光線として透過する。偏光子3B'を透過した第2偏光成分は、第1偏光成分と同じくレンズ5により集束されて光ファイバ6に入射する。

【0051】光ファイバ6から出射した反射帰還光は、偏光ユニット9B及び9Aをこの順に透過するうちに、これまでの実施例におけるのと同じように光路を分離され、レンズ2により集束されたときに光ファイバ1には結合しない。従って、この光アイソレータは、順方向の透過率が偏波状態に依存しない光アイソレータとして機能する。

【0052】さて、この光アイソレータにおいては、順方向の第1偏光成分は、偏光ユニット9Aにおいて偏光子3A及び3Bのそれぞれの常光線に対応し、且つ、偏光ユニット9Bにおいて偏光子3A'及び3B'のそれぞれの異常光線に対応する。一方、順方向の第2偏光成分は、偏光ユニット9Aにおいて偏光子3A及び3Bに対しては異常光線となり、且つ、偏光ユニット9Bにおいて偏光子3A'及び3B'に対してはそれぞれ常光線となる。従って、光ファイバ1から出射して偏光ユニット9A及び9Bをこの順に透過した光が光ファイバ6に入射するとき、第1及び第2偏光成分の遅延時間差は相殺され、この光アイソレータにおいては偏波分散が生じない。

【0053】このように2組の偏光ユニットを特定の形態で配置することによって、偏波分散が生じない光アイソレータの提供が可能になる。尚、本実施例では2組の偏光ユニットを用いたが、4組以上の偶数組の偏光ユニットを用いて本発明の第2の構成を実施してもよい。

【0054】尚、本実施例において、これまでの実施例におけるのと同じように、側面に対して22.5°傾斜した光学軸を有する偏光子を用いているのは、偏光ユニット9A及び9Bの各々における偏光子として、同じ製

11

造プロセスで製造された複屈折結晶を使用することができるとするためにある。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、偏波分散が生じない光アイソレータの提供が可能になるという効果を奏する。本発明の光アイソレータを多段に接続して用いた場合、従来のように偏波分散が累積することがないので、信号伝送に対する悪影響が防止される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す光アイソレータの構成及び動作の説明図である。

【図2】本発明の実施に使用することができる偏光子の斜視図である。

【図3】図1の光アイソレータにおける偏光子の光学軸の説明図である。

12

【図4】本発明の第2実施例を示す光アイソレータの構成及び動作の説明図である。

【図5】本発明の第3実施例を示す光アイソレータの構成及び動作の説明図である。

【図6】図5の光アイソレータにおける偏光子の光学軸の説明図である。

【図7】従来技術の光アイソレータの説明図である。

【図8】光アイソレータを2段に直列に配置した従来技術の説明図である。

10 【図9】図8の光アイソレータの動作を説明する図である。

【符号の説明】

1, 6 光ファイバ

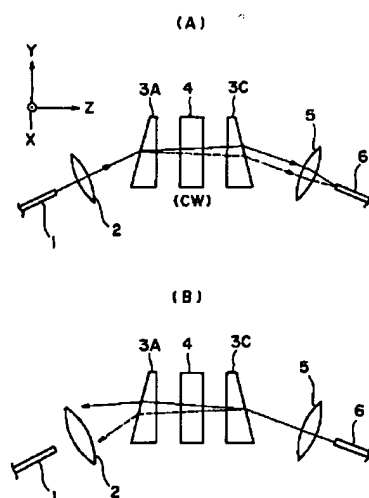
2, 5 レンズ

3A, 3B, 3C 偏光子

4 ファラデー回転子

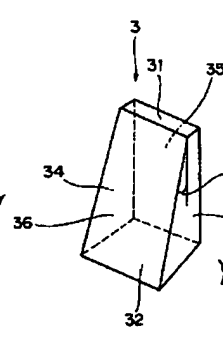
【図1】

第1実施例図



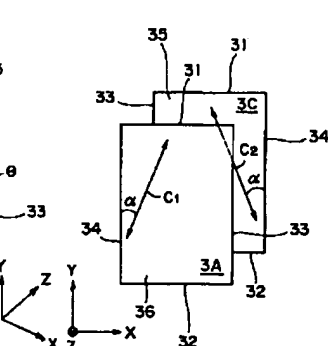
【図2】

偏光子の斜視図

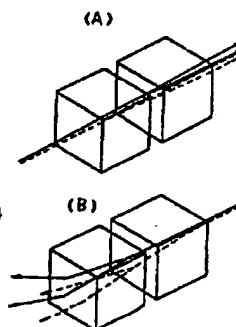


【図3】

図1における光学軸の説明図

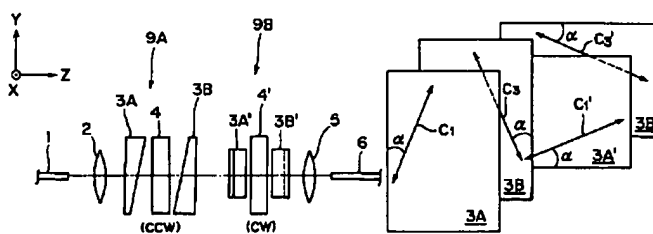


【図9】



【図5】

第3実施例図

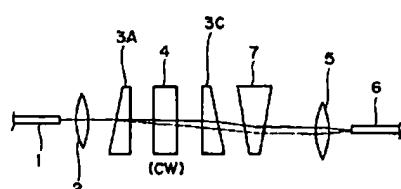


【図6】

図5における光学軸の説明図

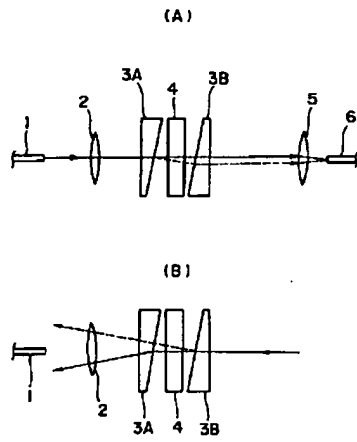
【図4】

第2実施例図



【図7】

従来例図



【図8】

